

Magnetische Aufhängung mit Kamera

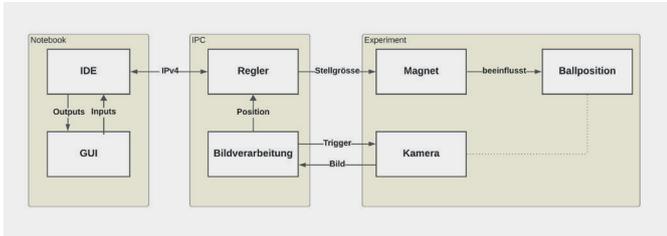


Abb. 1: Funktionsschema

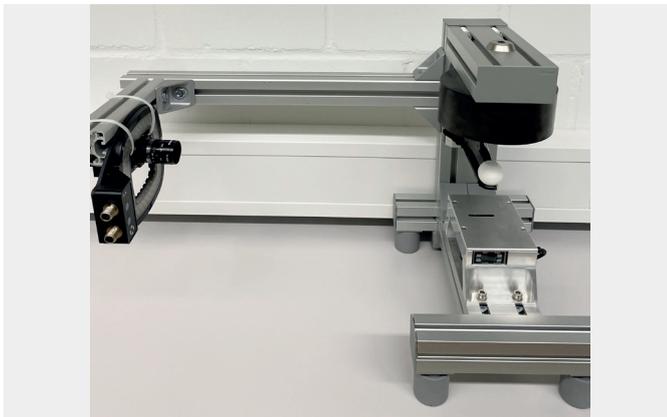


Abb. 2: Angepasster Aufbau



Abb. 3: Erkannte Kugel mit Positionsbestimmung

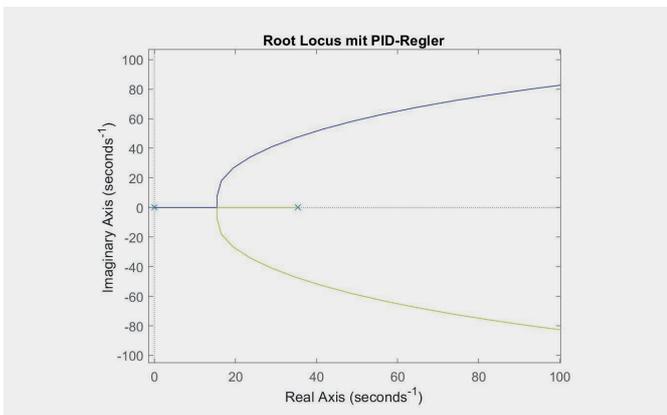


Abb. 4: Wurzelortkurve mit PID-Regler

Problemstellung

Das Experiment «Magnetische Aufhängung» mit seiner scheinbaren Schwerelosigkeit der Kugel ist bei Studierenden sehr beliebt. Doch hinter der Illusion verbirgt sich reine Regelungstechnik, die mithilfe eines Elektromagneten die Kugel anzieht und die Erdanziehungskraft kompensiert. Eine Herausforderung besteht darin, die Position der Kugel präzise und in Echtzeit zu messen. Hierbei wird aktuell ein Laser-Sensor verwendet, welcher jedoch nun durch eine 2D Kamera ersetzt werden soll. Dazu soll die Bildverarbeitungssoftware von Beckhoff, TwinCAT Vision, benutzt werden.

Lösungskonzept

Beginnend mit der Ausstattung für die Bildverarbeitung (Auswahl und Beschaffung von Kamera, Objektiven, Beleuchtung) folgte die Erweiterung des mechanischen Aufbaus für die optimale Integration. Die Bildverarbeitung umfasst die Entwicklung von TwinCAT Vision-Algorithmen zur präzisen Kugelerkennung. Abschliessend soll der Regler an das neue Messsystem angepasst und das Gesamtsystem getestet werden.

Realisierung

Die Ausstattung für die Bildverarbeitung wurde sorgfältig ausgewählt. Der mechanische Aufbau wurde erweitert, um die Kamera optimal in den bestehenden Versuchsaufbau zu integrieren. Algorithmen zur Kugelerkennung wurden in TwinCAT Vision implementiert, wobei der FindContours-WithCircularity-Algorithmus mit 3.68ms Prozesszeit als vielversprechendste Option ausgewählt wurde. Ein Regler wurde in TwinCAT implementiert, wobei eine Herausforderung die Anpassung an das neue Messsystem war. Ein GUI ermöglicht die Visualisierung und Anpassung der Regelwerte.

Ergebnisse

Die Kugel kann zuverlässig erkannt werden, und die Position wird erfolgreich an den Regler übergeben. Jedoch konnte die Kugel noch nicht stabil schweben, da das System aufgrund der Totzeit von über 20ms zu langsam ist. Mit MATLAB konnte die maximale erlaubte Totzeit von 2ms festgelegt werden. Die Erfahrungen mit TwinCAT Vision und der erfolgreiche Einsatz von Bildverarbeitungsalgorithmen sind wichtige Erkenntnisse.

Ausblick

Für eine erfolgreiche Schwebephase könnte eine Verbesserung der Komponenten in Betracht gezogen werden, einschliesslich eines leistungsstärkeren IPC und einer schnelleren Kamera. Alternativ könnte der Einsatz eines Kalman-Filters in Erwägung gezogen werden, um die Totzeitproblematik zu lösen.



Diplomand
Christen Tim

Dozent
Prof. Dr. T. Prud'homme

Themengebiet
Bildverarbeitung, Regelungstechnik,
Automatisierung

Projektpartner
Intern